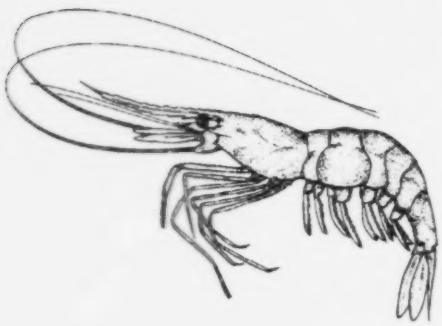
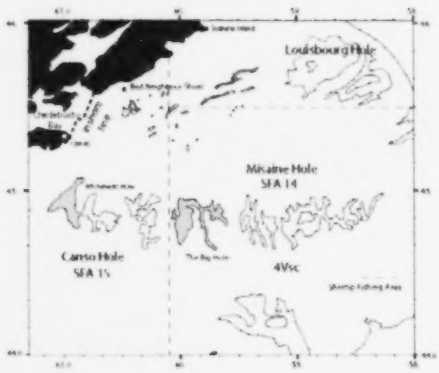
Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Maritimes Region

Canadian Science Advisory Secretariat
Science Advisory Report 2005/060

NORTHERN SHRIMP ON THE EASTERN SCOTIAN SHELF (SFA 13-15)





Context

The northern or pink shrimp, Pandalus borealis, is the only shrimp species of commercial importance in the Maritimes Region. Shrimp are crustaceans, and have a hard outer shell which they must periodically shed (molt) in order to grow. The females produce eggs once a year in the late summer-fall and carry them, attached to their abdomen, through the winter until the spring, when they hatch. Consequently, shrimp bear eggs, or are "ovigerous" for about 8 months of the year. Newly hatched shrimp spend 3 to 4 months as pelagic larvae, feeding near the surface. At the end of this period they move to the bottom and take up the life style of the adults. On the Scotian Shelf, the northern shrimp first matures as a male, at 2 years of age, and at age 4 it changes sex, to spend another 1 to 2 years as a female. Shrimp live 5 to 8 years, depending on conditions.

Shrimp concentrate in deep "holes" on the eastern Scotian Shelf, but nearshore concentrations along coastlines closest to the offshore populations were discovered by 1998. They prefer temperatures of 2 to 6 °C, and a soft, muddy bottom with a high organic content.

The trawl fishery on the Scotian Shelf occurs during summer in the deep offshore shrimp "holes", and on an inshore area near the Bad Neighbor Shoal. The main management tools are limits on the number of licenses and size of vessels used, minimum codend mesh size (40mm), use of a Nordmøre separator grate, and a Total Allowable Catch (TAC). This fleet (about 20 active trawlers) is divided into two sectors, a midshore sector consisting of 7 vessels 65-100' Length Over all (LOA) based in New Brunswick on the Gulf of St. Lawrence side, and an inshore sector consisting of vessels mainly <65' LOA based on the Atlantic coast of Nova Scotia. A trap fishery, consisting of 6 active vessels, is conducted mainly in Chedabucto Bay. All licenses except traps operate under ITQs.

Canada

SUMMARY

- The DFO-industry survey abundance index decreased from last year to the second highest on record. Most of the biomass continues to concentrate in the Misaine area (SFA 14).
- The SSB (spawning stock biomass of females) also decreased but was still the second highest on record.
- Commercial catch rates (CPUEs) have decreased slightly since 2003 but remain high.
- The strong 2001 year-class, first identified as such in 2002, continues to hold up in all areas. Normally, it should begin to recruit to the 2006 fishery as females, however, due to density dependence its growth rate is below average, which could delay sex change up to several years.
- Fishers experienced greater difficulty in avoiding lower-value, small shrimp in 2005. This is expected to continue in 2006, with the severity dependant on growth rate and timing of sex change of the 2001 year-class.
- Total exploitation and female exploitation indices remain below average.
- The 2005 fishery shifted its effort from SFA 13 to other areas, however, the large accumulated biomass in SFA 14 continues to be lightly exploited.
- Low groundfish predator abundance implies low shrimp natural mortality.
- Biomass is expected to remain high as the 2001 year-class recruits to the female population over several years. Uncertainties associated with the growth of the 2001 year-class and the probability of large catches of small shrimp indicates that the 2006 TAC should not exceed the 2005 level.
- The 2002-2004 year-classes are weaker than the 2001 year-class, consequently biomass is expected to decrease when this year-class has moved through the population.

DESCRIPTION OF THE ISSUE

Rationale for Assessment

Advice on the status of the eastern Scotian Shelf shrimp stock is requested by DFO Fisheries Management and industry to help in determining a TAC which is consistent with the management plan. Annual assessments are required because of the cyclical nature of recruitment to the population and the fishery, as well as fluctuations of the sizes of shrimp available for harvest. The resource is near the southern limit of the species' distribution where it is thought to be more vulnerable to collapse, which has occurred in the adjacent Gulf of Maine stock.

The Fishery

Landings (000s t)

Year	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005[1]
TAC	3.8	5.0	5.5	5.0	3.0	3.0	3.5	5.0
Landings	3.9	4.9	5.4	4.8	2.9	2.8	3.3	3.6

[1]Landings projected to December 31, 2005.

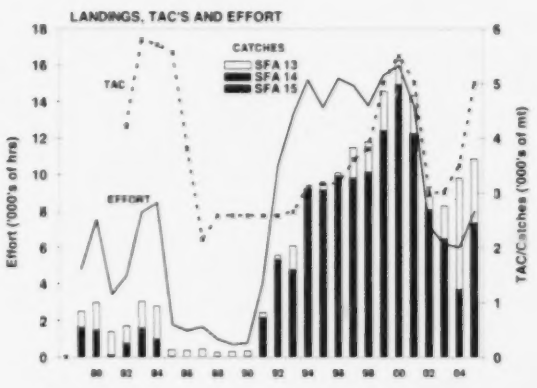


Figure 1. Landings, TACs and Effort.

The introduction of the Nordmøre grate in 1991 reduced groundfish bycatches to low levels (2-4%) and allowed the shrimp fishery to expand. It currently consists of 28 inshore licenses mostly <65' LOA and 7 midshore licenses 65-100' LOA. In 1996, the inshore component of the trawler fleet moved from individual quotas (IQs) to individual transferable quotas (ITQs), while the midshore moved from a competitive fishery to IQs. All vessels have been under ITQs since 1998. Temporary mobile licenses were introduced in 1998 as part of a co-management agreement (1998-2002) to take advantage of increasing stock biomass and TACs, while facilitating effort reduction in the event of the rapid downturn often seen in shrimp fisheries. With the TAC decreased, temporary access was removed in 2002-2003. Disagreement on temporary access prevented the successful negotiation of a new co-management agreement and the 2003-2005 fishery operated under the provisions of the 1998-2002 agreement. All 6 temporary licenses were made permanent for the 2005 fishery, albeit without a full share of the TAC. A new multi-year co-management plan is under review.

The TAC has been caught most years since individual SFA quotas were combined into a single TAC in 1994, although there have been minor shortfalls (Figure 1). The fishery continues to prefer open access to all areas (i.e. no individual SFA quotas) because of the flexibility this offers in obtaining favorable combinations of good catch rates and counts. A more substantial shortfall in catch relative to the TAC occurred in 2005 due to a combination of poor market conditions, bad weather, difficulties in avoiding small shrimp, and other logistic problems. Science recommended against a requested season extension due to the lower than projected biomass and large number of small shrimp in the catch.

The **temporal pattern** of the fishery has changed over the years. Catches during the August-April ovigerous (egg-bearing) period tend to increase when TACs increase as fishers take longer to catch higher quotas and curtail fishing during the summer months to avoid "soft" (molting) shrimp. This was the case in 2005 when the percentage of the catch taken during the ovigerous period rose to 36%. This is not currently considered to be a problem due to the large SSB, but it could potentially contribute to other factors decreasing population fecundity, including decreasing size at sex change.

The **spatial pattern** of the fishery has changed significantly over the years. Prior to 1999, most of the effort and catch was in the Misaine Hole (SFA 14). In 1998, the Nova Scotia trawler fleet (vessels <65' LOA) began to fish alongshore off the Bad Neighbor Shoal, with 44% of the catch taken in this area during 1999. This has since decreased and only amounted to about 11% of the catch in 2005. After taking a large part of the 2004 TAC in SFA 13, in 2005 the catch was more evenly distributed throughout the stock area. Although catches increased in SFA 14 the large accumulated biomass in this area remains lightly exploited relative to other areas. These changes in the distribution of fishing effort, as well as changes in the distribution/densities of strong year-classes shown by spatial analysis, indicate that catch per unit effort is not representative of overall abundance. For example, commercial catch rates continued to increase during a recent period of survey biomass decreases because a group of strong year-classes concentrated into dense shoals.

Smaller **average sizes of females** in recent years compared to the mid 1990s is interpreted to be due in part to the removal of accumulated older and larger animals in the population by the fishery, but decreased growth due to increased densities may also be involved. An increasing trend in the **proportion of females** caught since 2000 occurred as males became less abundant and the strong 1993-1995 year-classes dominated the population and catch as females. This indicator decreased in 2005 due to large number of males from the 2001 year class. **Counts** (numbers of shrimp per pound) data provided by vessel captains increased significantly in 2005 for the same reason. This indicates that many fishers had difficulty avoiding small shrimp from this year-class and maintaining counts below buyer limits to obtain the best prices. Some fishermen voluntarily switched to larger codend mesh sizes in 2004-2005 to avoid

small shrimp, but this apparently was less effective in 2005 as the 2001 year-class grew. Experienced captains had significantly lower counts in 2005, indicating that fishing skill is an important factor. High counts and low prices continue to concern the fishery, however exploitation rates of the smaller sizes are below average, consequently, this not a conservation concern. The catch at length for 1995-2005 is shown in Figure 2.

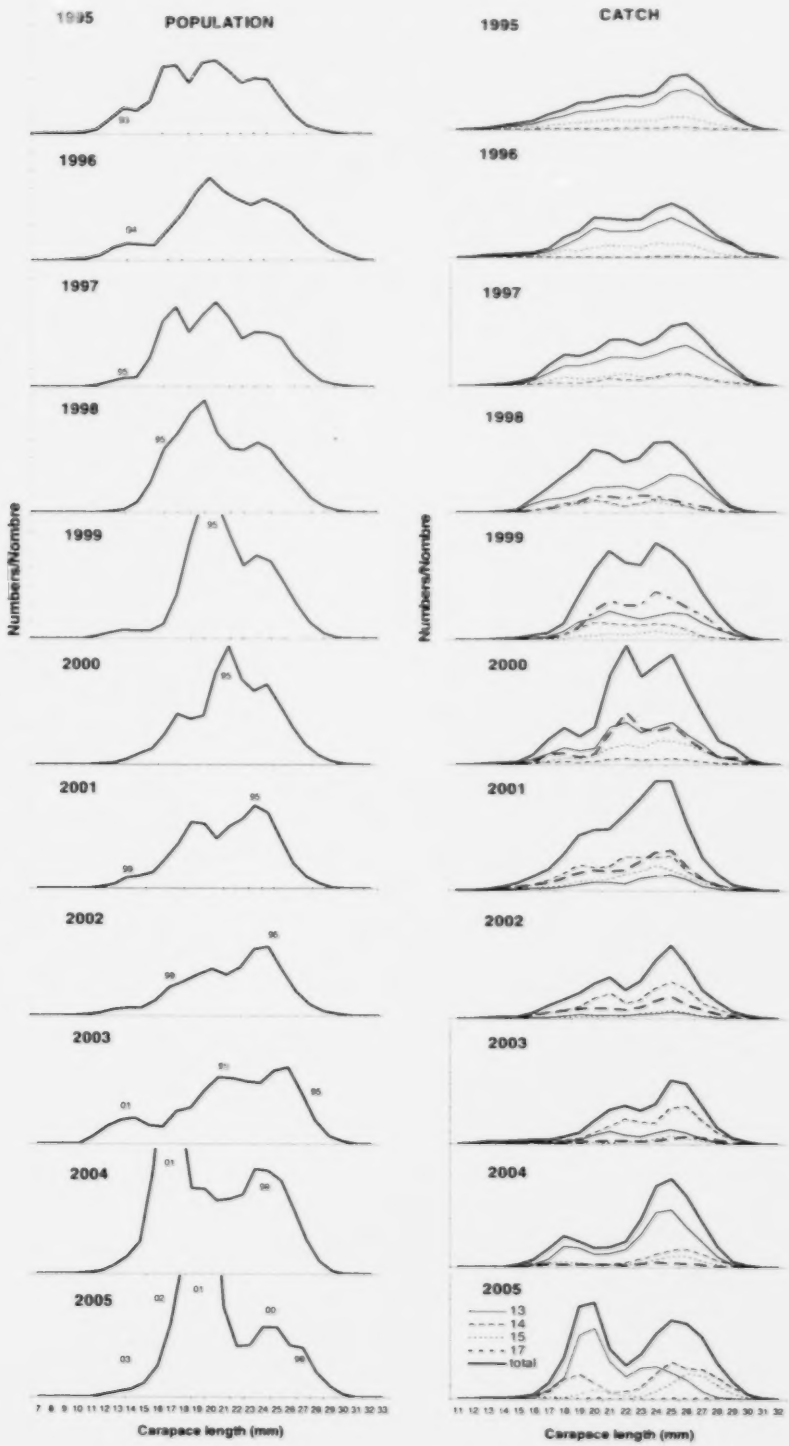


*Figure 2. Survey population (left) and catch (right) at length estimates 1995-2005. The maximum value of each panel is 7*108 and 10*107 shrimp for the population and catch figures, respectively. Selected year-classes are identified in the population estimates. The catch at length is also shown by fishing area.*

The trap fishery off Canso (SFA 15) did not take place during 2005 due to poor market conditions.

RESOURCE ASSESSMENT

Stock Trends and Current Status

After a sustained long-term increase commercial **CPUE** indices (Figure 3) leveled off and even decreased slightly in the last 2 years, but they remain high. As indicated above, these indices probably do not reflect overall abundance changes in the short term due to changes in the spatial distribution of the resource and fishing effort.

The DFO-industry **survey index** (Figures 3, 4) decreased in 2005, but was still the second highest of the 11 year series. Much of the biomass (45%) remains concentrated in Stratum 14 (Misaine). The **spawning stock biomass** (female) also decreased in 2005 but was still the second highest on record.

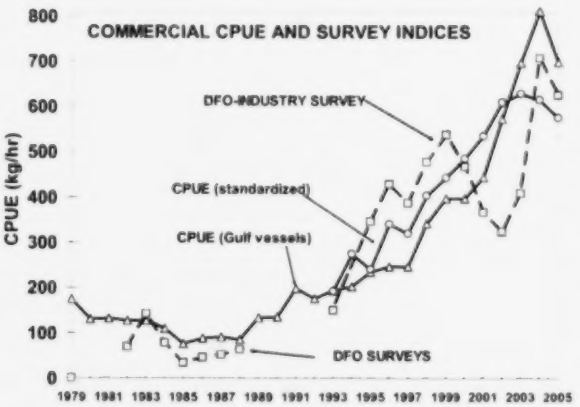


Figure 3. Commercial CPUE and survey abundance indices.

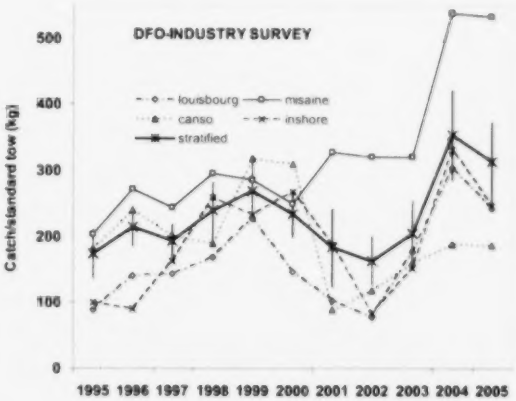


Figure 4. DFO-industry survey abundance indices by strata.

During the late 1990s the fishery was supported by a strong group of year-classes (1993-1995), which reached the end of their life cycle in the early 2000s. Lower levels of recruitment in the mid 1990s led to a biomass decrease from 2000-2002. Good recruitment in the late 1990s and early 2000s has led to the high biomass of 2004 and 2005. The **abundance of age 4 shrimp** in 2005 (i.e. 2001 year-class shrimp that should begin entering the fishery as females in 2006) was at a record high in the 2005 survey. Consequently, it is expected that biomass will increase as individuals from this year-class grow. However, growth rates have been slower than average due to density dependence. Some, perhaps all, age 4 males may delay sex change for a year, a phenomenon often observed with good shrimp year-classes. The **abundance of age 2 shrimp** (2003 year-class) was below average in the 2005 survey trawl. Survey trawl and belly bag catches indicate that the 2002-2004 year-classes are considerably weaker than the 2001 year-class. The survey population at length is shown in Figure 2.

Total exploitation (8.1%) and **female exploitation** (12.0%) increased slightly in 2005 but remained below the long term average. Exploitation was more evenly distributed throughout the stock area than in 2004 when much of the catch was taken in SFA 13.

Decreases in average **length at sex change** (L_t) (Figure 5) may be associated with decreased growth rates, and population downturns due to decreased population fecundity (smaller shrimp produce fewer eggs). Length at sex change has shown a slight decreasing trend during the 1990s, and a significant decrease in the last two years, but remains substantially larger than the period of low abundance in the 1980s. **Maximum size** (L_{max}) (Figure 6) usually shows a concurrent decrease with L_t when growth rates decrease but this has not yet occurred with regard to the decrease in L_t since 2003. Current L_t estimates may be biased downward because of the large number of older males from the 2001 year-class.

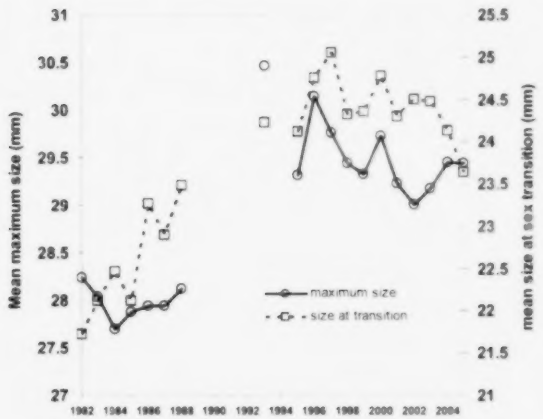


Figure 5. Changes in mean size at sex transition and maximum size.

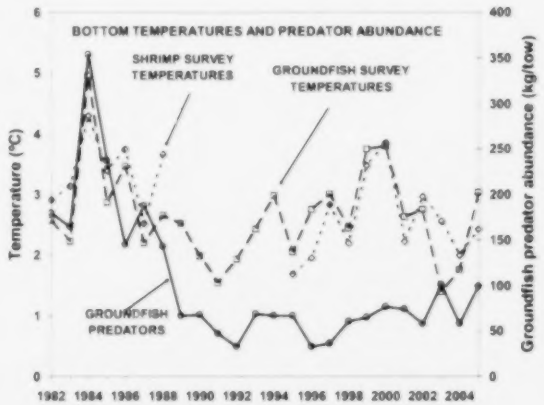


Figure 6. Bottom temperatures and predator abundance on the eastern Scotian Shelf shrimp grounds.

Regarding **ecosystem considerations**, feeding studies have shown that shrimp are important prey for many groundfish species and significant negative correlations between shrimp and groundfish abundance have been demonstrated from the Gulf of Maine to Greenland. Many groundfish stocks remain at low levels (Figure 6) on the eastern Scotian Shelf and **natural mortality** due to predation is probably below the long-term average.

For some northern shrimp stocks near the southern limits of the species range abundance is negatively correlated with water temperatures. On the Scotian Shelf, the population increase since the late 1980s may be associated with colder surface and bottom **water temperatures**. Warmer temperatures in the mid-to-late 1990s may have contributed to decreased shrimp recruitment. Bottom temperatures have cooled on the shrimp grounds since 2000 and may be related to recent improved recruitment (Figure 6). The continued abundance of most cold water indicator species including shrimp, capelin and Greenland halibut suggests that the regime shift which led to their success is enduring. However, snow crab recruitment has been decreasing for a number of years. The different response of this species cannot be explained at this time. Surface and bottom water temperatures were warmer in 2005, but a warming trend is not evident.

Figure 7 provides a summary of 23 indicators related to the health of the eastern Scotian Shelf shrimp stock. Each indicator was assigned a color for every year there is data according to its percentile value in the series i.e. >0.66 percentile = green ● or good, 0.66-0.33 = yellow ○ or intermediate and <0.33 = red ⊖ or bad. It should be noted that these boundaries, although consistent across indicators, may not be appropriate for some and need to be refined. Indicators have been grouped into stock characteristics of abundance, production, fishing

effects and ecosystem. Note that the summary given at the top of the figure was determined as a simple average of equally weighted individual indicators.

There was relatively little change in the traffic light table from last year and the summary continues to be favorable (green). Two of the four characteristics have been green and two yellow for the last two years indicating a balanced distribution of favorable indicators among the suite examined. The fishing impact characteristic remained yellow largely because of the high counts associated with the strong 2001 year-class and increased fishing during the ovigerous period because of the higher TAC. The ecosystem characteristic remained yellow because of increased temperatures, despite improvements in three indicator species. There are no strong signals that could suggest a regime shift to one less favorable to shrimp.

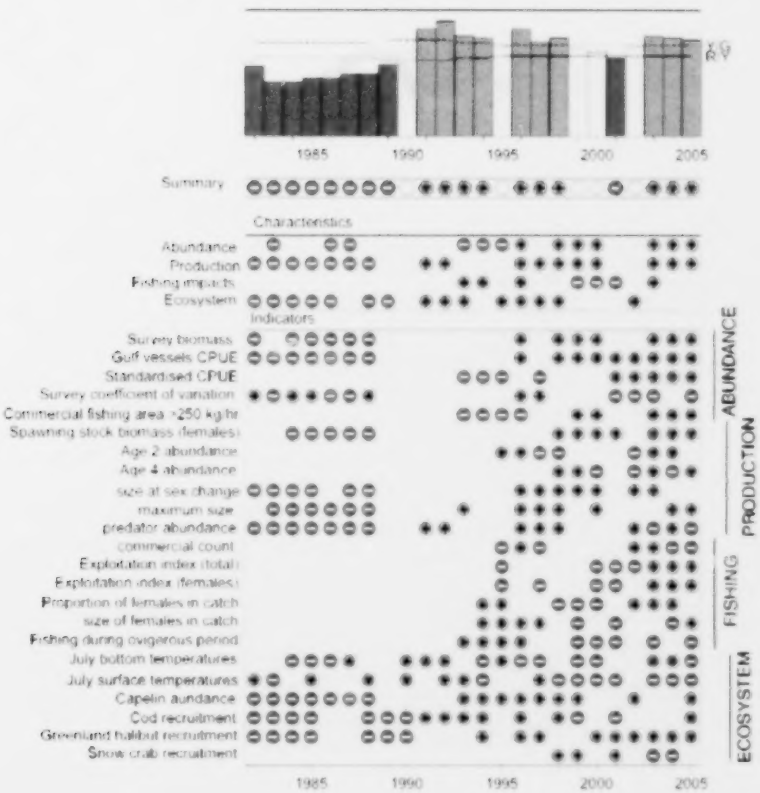


Figure 7. Traffic Light Analysis. Not all indicators in the Traffic Light table are discussed in the text. Please consult CSAS Research Document 2006/001 for a detailed description.

ADDITIONAL STAKEHOLDER PERSPECTIVES

Industry is generally in agreement with the results of the assessment, which were presented at several meetings, including RAP. In particular, they note the problems experienced with small shrimp, which would be from the 2001 year-class (Figure 2), and low prices.

CONCLUSIONS AND ADVICE

Outlook

Increases since 2002 have resulted in record biomass estimates during the last two years. Normally, the strong 2001 year-class should begin to recruit to the fishery as females in 2006 but due to its slower growth rate this will probably occur over several years, and it may be delayed entirely for a year. If completely delayed spawning stock biomass will decrease in 2007 but total biomass should remain high for several years as this year-class grows. The 2002-2004 year-classes appear to be below average at this time, consequently biomass is expected to decrease after the 2001 year-class dies off. This pattern of high followed by lower recruitment was previously seen in this stock. The stable population evenly distributed across year-classes at the beginning of this fishery appears to have been replaced by a cyclical recruitment pattern often seen in developed shrimp fisheries. This may be an unavoidable consequence of exploitation, resulting in a less stable population more vulnerable to collapse, as well as economic instability. A continued precautionary approach, including annual assessments and a conservative harvest strategy, is indicated.

Shrimp from the 2001 year-class will probably be smaller than average in the 2006 fishery and will not reach their maximum size for another 2-3 years. Consequently, the difficulties in avoiding small shrimp in 2005 are expected to continue into 2006.

A substantial increase in the TAC was effected for the 2005 fishery to take advantage of the accumulated and growing biomass and the observation that fishers were able to avoid small shrimp from large year-classes in the past. However, the projected biomass was overestimated, and fishers were unable to avoid small shrimp. Only about 80% of the 2005 TAC was caught. This is not due to decreased abundance or catch rates and is attributed to logistical problems experienced by some fishers. A requested season extension was not recommended due to the lower than projected biomass and slow growth of the 2001 year-class. With biomass expected to remain high as the 2001 year-class grows current catch levels should be sustainable for the next two years. Further increases in the TAC are not advisable at this time because of uncertainties with growth rates and the resulting impact on biomass. In addition, large catches of small shrimp may not be welcomed by industry due to low prices.

OTHER CONSIDERATIONS

Sources of Uncertainty

DFO-industry shrimp survey results are associated with high variances. The accuracy of estimates can also be biased by temporal changes in availability during the survey period. Spatial analyses indicate that catch rates do not always represent overall abundance trends. There is considerable subjectivity associated with assigning modal groups to year-classes in the MIX analyses, consequently estimates of year-class strength, population numbers-at-age and projections using these analyses must be interpreted cautiously. Growth rates can decrease dramatically due to density dependence as appears to be happening with the strong 2001 year-class. Consequently, recruitment to the fishery will be delayed and spread over a longer time period. Uncertainties associated with the growth rate and sex change of this year-class preclude quantitative projections at this time. Unforeseen changes in the ecosystem e.g. predators, and the environment, e.g. temperature, together may lead to major regime shifts requiring radically different management strategies.

SOURCES OF INFORMATION

Koeller, P. 2000. Relative Importance of Environmental and Ecological Factors to the Management of the Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) Fishery on the Scotian Shelf. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 27: 21-33.

Koeller, P., M. Covey, and M. King. 2005. An Assessment of the Eastern Scotian Shelf Shrimp Stock and Fishery for 2004 and Outlook for 2005. DFO Can. Sci. Adv. Sec. Res. Doc. 2005/001.

Koeller, P., M. Covey, and M. King. 2003. Is Size at Sex Transition an Indicator of Growth or Abundance in Pandalid Shrimp? Fish. Res. 65: 217-230

Koeller, P., L. Savard, D. Parsons, and C. Fu. 2000. A Precautionary Approach to Assessment and Management of Shrimp Stocks in the Northwest Atlantic. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27:235-247.

FOR MORE INFORMATION

Contact: Peter Koeller
Bedford Institute of Oceanography
Department of Fisheries and Oceans
Science Branch, Population Ecology Division
P. O. Box 1006, Dartmouth, N.S. Canada, B2Y 4A2

Tel: (902) 426-5379
Fax: (902) 426-1862
E-Mail: koellerp@mar.dfo-mpo.gc.ca

This report is available from the:

Maritimes Provinces
Regional Advisory Process
Department of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1006, Stn. B203
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2

Phone number: 902-426-7070
Fax: 902-426-5435
e-mail address: XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913 (Printed)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2005

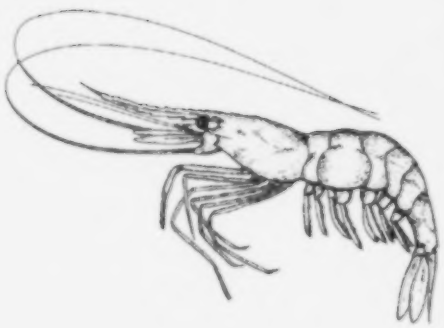
La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

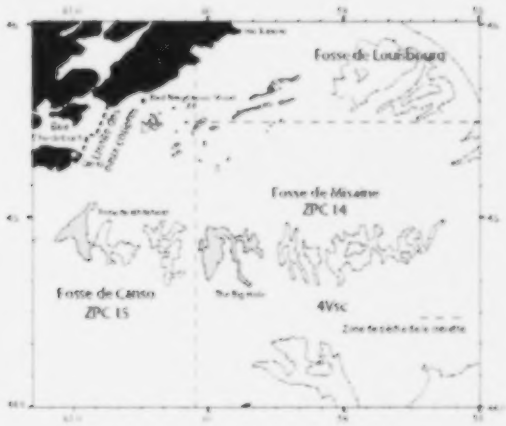
CORRECT CITATION FOR THIS PUBLICATION

DFO, 2005. Northern Shrimp on the Eastern Scotian Shelf (SFA 13-15). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2005/060.

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région des Maritimes
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2005/060

CREVETTE NORDIQUE DE L'EST DU PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS (ZPC 13-15)





Contexte

La crevette nordique, ou crevette rose, Pandalus borealis, est la seule espèce de crevette d'importance commerciale dans la Région des Maritimes. Les crevettes sont des crustacés. Elles sont dotées d'une carapace extérieure dure, dont elles doivent se défaire périodiquement (mues) pour grossir. Une fois l'an, à la fin de l'été ou en automne, la femelle produit des oeufs, qui demeurent attachés à son abdomen tout l'hiver jusqu'à l'éclosion le printemps suivant. Les crevettes portent donc des oeufs, ou sont « ovigères », pendant environ huit mois par an. À l'éclosion, les oeufs produisent des larves, qui demeurent à l'état pélagique pendant 3 à 4 mois et viennent se nourrir près de la surface. Au terme de cette période, les larves descendent au fond, où elles adoptent le comportement des crevettes adultes. Sur le plateau néo-écossais, la crevette nordique atteint sa maturité sexuelle d'abord en tant que mâle, à 2 ans, puis elle change de sexe à 4 ans et vit ensuite de 1 à 2 ans comme femelle. La crevette vit de 5 à 8 ans, selon les conditions.

La crevette se concentre dans les fosses profondes de l'est du plateau néo-écossais, mais en 1998 on en a découvert des concentrations le long des côtes les plus proches des populations situées au large. Elle préfère les températures de 2 à 6 °C, et les fonds mous et vaseux, riches en matières organiques.

La pêche au chalut sur le plateau néo-écossais a lieu essentiellement durant l'été dans les fosses du large et dans une zone côtière située près du haut-fond Bad Neighbour. Les principaux outils de gestion de cette pêche sont des limites sur le nombre de permis et la taille des bateaux, le maillage minimal (40 m m) des culs-de-chalut, l'utilisation d'une grille séparatrice Nordmøre et un total autorisé des captures (TAC). La flotte de crevettiers (environ 20 chalutiers en activité) est constituée de deux flottilles : soit celle des bateaux de pêche semi-hauturière, au nombre de sept, de 65 à 100 pi de LHT, qui ont leur port d'attache du côté néo-brunswickois du golfe du Saint-Laurent, et celle des bateaux de pêche côtière, essentiellement de moins de 65 pi de LHT, qui ont leur port d'attache sur la côte atlantique de la Nouvelle-Écosse. Une pêche au casier, pratiquée activement par six bateaux à l'heure actuelle, est pratiquée surtout dans la baie Chedabucto. Tous les permis de pêche de la crevette, sauf les permis de pêche au casier, sont régis selon des QIT.

SOMMAIRE

- L'indice d'abondance du relevé MPO-industrie a diminué depuis l'an dernier, pour se situer au deuxième rang de ses plus hauts niveaux à ce jour. La plupart de la biomasse continue de se concentrer dans la région de Misaine (ZPC 14).
- La BSR (biomasse du stock de reproducteurs [femelles]) a elle aussi diminué, mais elle n'en restait pas moins au deuxième rang des plus hautes à ce jour.
- Les taux de prises commerciales (PUE) ont légèrement diminué depuis 2003, mais ils restent élevés
- L'effectif de la classe d'âge de 2001, perçu pour la première fois comme étant fort en 2002, se maintient dans toutes les zones. Normalement, les crevettes de cette classe d'âge devraient commencer à être recrutées à la pêche en 2006 en tant que femelles, toutefois en raison de son lien avec la densité, son taux de croissance est inférieur à la moyenne, ce qui pourrait retarder le changement de sexe de plusieurs années.
- Les pêcheurs ont eu plus de difficulté à éviter les petites crevettes, de plus faible valeur, en 2005 et on s'attend à ce qu'il en soit de même en 2006, l'ampleur du phénomène dépendant du taux de croissance et de la période de changement de sexe de la classe d'âge de 2001.
- Les indices de l'exploitation totale et de l'exploitation des femelles restent inférieurs à la moyenne.
- En 2005, les pêcheurs ont reporté leur effort de la ZPC 13 à d'autres zones; toutefois, la forte biomasse accumulée dans la ZPC 14 continue de n'être que légèrement exploitée.
- Il découle de la faible abondance des poissons de fond prédateurs que la mortalité naturelle de la crevette est basse.
- On s'attend à ce que la biomasse reste haute alors que la classe d'âge de 2001 sera recrutée à la population de femelles sur plusieurs années. En raison des incertitudes associées à la croissance de la classe d'âge de 2001 et de la probabilité de fortes prises de petites crevettes, le TAC de 2006 ne devrait pas dépasser son niveau de 2005.
- Les classes d'âge de 2002 à 2004 sont plus faibles que la classe d'âge de 2001; par conséquent, la biomasse devrait diminuer une fois que cette dernière aura disparue de la population.

DESCRIPTION DE L'ENJEU

Raison d'être de l'évaluation

La Gestion des pêches du MPO et l'industrie ont demandé un Avis sur l'état du stock de crevette de l'est du plateau néo-écossais en vue d'établir un TAC compatible avec le plan de gestion. En raison de la nature cyclique du recrutement à la population et à la pêche, ainsi que des fluctuations dans la taille des crevettes exploitables, des évaluations annuelles sont nécessaires. Le stock se trouve près de la limite sud de l'aire de distribution de l'espèce, là où on pense qu'il est plus susceptible de connaître un effondrement, comme celui qui s'est produit dans le stock adjacent du golfe du Maine.

La pêche

Débarquements (000 t)

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005[1]
TAC	3,8	5,0	5,5	5,0	3,0	3,0	3,5	5,0
Débarquements	3,9	4,9	5,4	4,8	2,9	2,8	3,3	3,6

[1]Debarquements projetés au 31 décembre 2005.

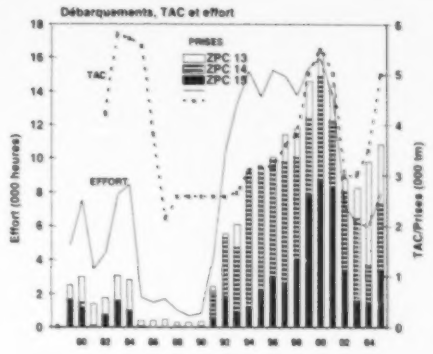


Figure 1. Débarquements, TAC et effort.

L'introduction de la grille Nordmøre, en 1991, a réduit les prises accessoires de poisson de fond à de faibles niveaux (2-4 %) et permis à la pêche de la crevette de se développer. Celle-ci compte maintenant 28 titulaires de permis de pêche côtière, utilisant essentiellement des bateaux < 65 pi de LHT et 7 titulaires de permis de pêche semi-hauturière (bateaux de 65 à 100 pi de LHT). En 1996, les bateaux de la flottille de chalutiers qui pêchaient dans les eaux côtières sont passés des quotas individuels (QI) à des quotas individuels transférables (QIT), tandis que les bateaux de pêche semi-hauturière, qui pratiquaient la pêche concurrentielle, ont adopté des QI. Depuis 1998, tous les bateaux pêchent selon des QIT. Des permis temporaires ont été octroyés aux pêcheurs aux engins mobiles en 1998, dans le cadre d'une entente de cogestion pour la période 1998-2002, afin de tirer parti de l'accroissement de l'effectif du stock et des TAC, et de faciliter en même temps une réduction de l'effort en cas de fléchissement rapide, phénomène souvent observé dans la pêche de la crevette. Avec la diminution du TAC, l'accès temporaire à la ressource a été supprimé en 2002-2003. Faute d'accord au sujet de l'accès temporaire, il n'a pas été possible de conclure une nouvelle entente de cogestion et la pêche de 2003 à 2005 s'est faite aux termes d'une prolongation de l'entente de 1998-2002. Les six permis temporaires ont tous été rendus permanents pour la pêche de 2005, sans toutefois une pleine part du TAC. Un nouveau plan de cogestion pluriannuel est à l'étude.

Le TAC a été capturé la plupart des années depuis que les quotas individuels par ZPC ont été combinés en un TAC unique, en 1994, quoiqu'il y ait eu quelques écarts mineurs (figure 1). Les pêcheurs continuent de préférer un accès libre à toutes les zones (au lieu de quotas par ZPC) en raison de la souplesse dont ils disposent ainsi pour chercher à obtenir à la fois des taux de prises et un nombre de crevettes favorables. Il y a eu un écart plus important entre les prises et le TAC en 2005 à cause d'une combinaison de facteurs : mauvaises conditions du marché, mauvais temps, difficulté à éviter les petites crevettes et autres problèmes logistiques. Les scientifiques se sont à nouveau prononcés contre la prolongation de la saison qui avait été demandée, en raison d'une biomasse inférieure aux projections et d'un grand nombre de petites crevettes parmi les prises.

Le **régime temporel** de la pêche a changé au fil du temps. La quantité de prises capturées d'août à avril, période où les femelles sont ovigères (porteuses d'œufs), tend à être plus grande quand le TAC augmente, car les pêcheurs prennent alors plus de temps à capturer des quotas plus élevés et réduisent leur pêche l'été pour éviter les crevettes « molles » (en mue). Cela a été le cas en 2005, le pourcentage des prises capturées pendant la période ovigère étant passé à 36 %. Le phénomène n'est pas considéré actuellement comme étant problématique, compte tenu de la forte BSR, mais il pourrait contribuer à d'autres facteurs qui occasionneraient une baisse de la fécondité de la population, comme une diminution de la taille lors du changement de sexe.

Le **régime spatial** de la pêche a changé considérablement au fil du temps. Avant 1999, l'effort et les prises étaient concentrés pour la plupart dans la fosse de Misaine (ZPC 14). En 1998, la flottille de chalutiers de la Nouvelle-Écosse (bateaux de moins de 65 pi de LHT) a commencé à pêcher le long de la côte au large du haut-fond Bad Neighbour. En 1999, 44 % des prises venaient de ce secteur. Cette proportion a diminué depuis et se situait à moins de 11 % en 2005. Si en 2004 une bonne partie du TAC a été capturée dans la ZPC 13, en 2005 les prises étaient réparties de manière plus uniforme sur toute la zone de stock. Bien que les prises aient augmenté dans la ZPC 14, la forte biomasse accumulée dans cette zone continue de n'être que légèrement exploitée par rapport aux autres zones. Ces changements dans la distribution de l'effort de pêche et ceux qu'ont connus l'effectif et la densité des fortes classes d'âge, d'après l'analyse spatiale, révèlent que les prises par unité d'effort ne sont pas représentatives de l'abondance générale. Ainsi, les taux de prises ont continué d'augmenter durant les baisses récentes de la biomasse observées dans les relevés, un groupe de fortes classes d'âge étant concentré en bancs denses.

On pense que la baisse observée dans la **taille moyenne des femelles** parmi les prises ces derniers années par rapport aux milieu des années 1990 est due en partie au prélèvement par les pêcheurs des animaux plus vieux et plus grands accumulés dans la population, mais il se peut qu'une diminution de la croissance - causée par une hausse des densités - y soit aussi pour quelque chose. On a observé une tendance croissante de la **proportion de femelles** capturées depuis 2000, les mâles devenant moins abondants et les fortes classes d'âge de 1993 à 1995 dominant la population et les prises en tant que femelles. Cet indicateur a diminué en 2005 en raison de la présence d'un grand nombre de mâles de la classe d'âge de 2001. Les données communiquées par les capitaines des bateaux au sujet du **nombre** de crevettes à la livre dénotaient une nette hausse en 2005, pour la même raison. Cela révèle que de nombreux pêcheurs avaient de la difficulté à éviter les petites crevettes de cette classe d'âge et à maintenir le nombre de crevettes à la livre sous la limite désirée par les acheteurs pour obtenir le meilleur prix. Certains pêcheurs ont volontairement opté pour des culs-de-chalut à plus grand maillage en 2004-2005 afin d'éviter les petites crevettes, mais cette mesure a été apparemment moins efficace en 2005, en raison de la croissance de la classe d'âge de 2001. Les capitaines expérimentés ont obtenu un nombre à la livre notablement plus bas en 2005, ce qui révèle que le savoir-faire en matière de pêche est un facteur important. Le nombre élevé de crevettes à la livre et les bas prix continuent d'inquiéter les pêcheurs, mais les taux d'exploitation des petites crevettes sont inférieurs à la moyenne et par conséquent il n'y a pas là de problème de conservation. Les prises selon la longueur pour la période 1995-2005 sont illustrées à la figure 2.

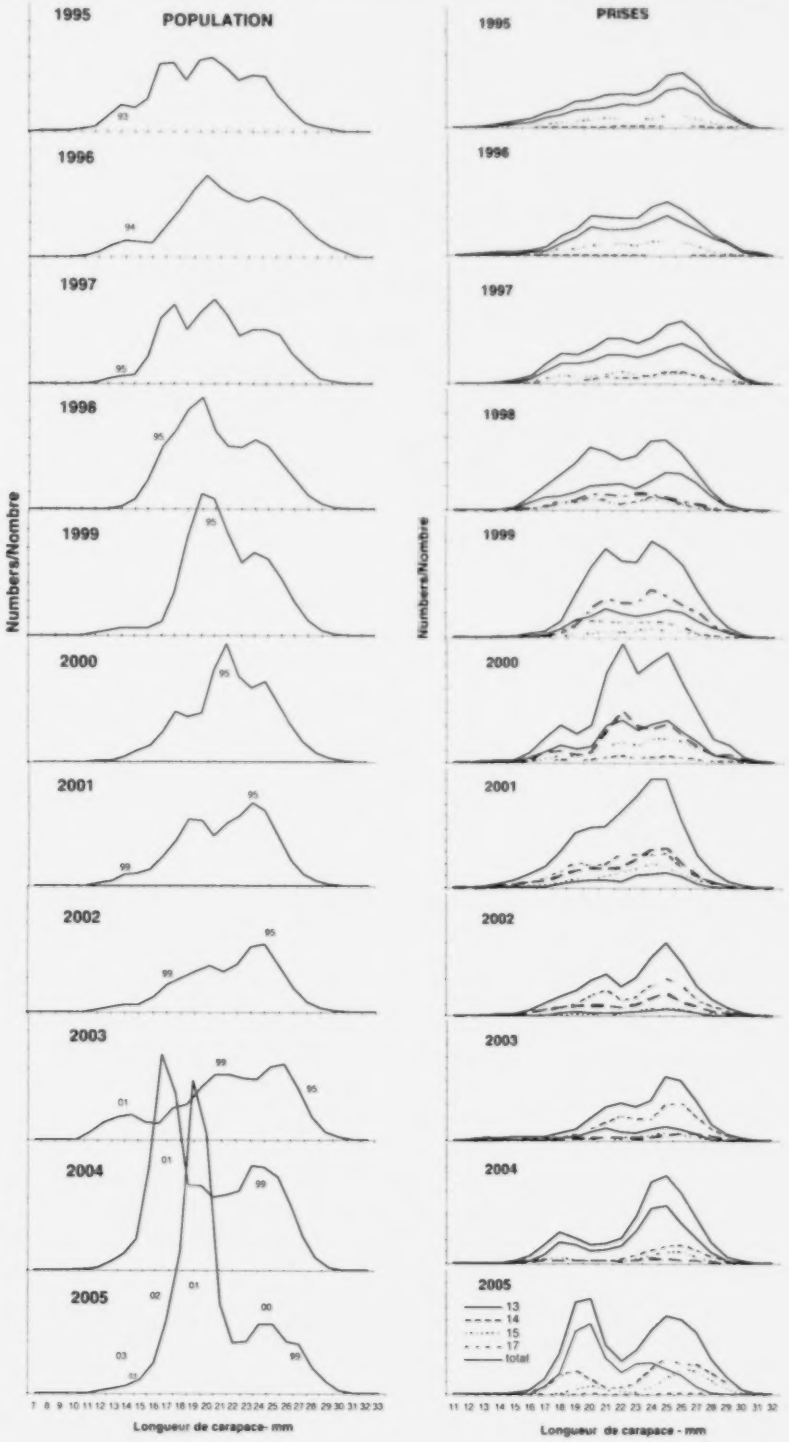


*Figure 2. Estimations de la population (à gauche) et des prises (à droite) selon la longueur dans les relevés de 1995 à 2005. La valeur maximale dans ces séries de graphiques sur la population et sur les prises est de 7*108 et de 10*107 crevettes, respectivement. Certaines classes d'âge sont indiquées dans les estimations de la population. Les prises selon la longueur sont aussi présentées par zone de pêche.*

Il n'y a pas eu de pêche au casier au large de Canso (ZPC 15) en 2005, en raison des conditions défavorables du marché.

ÉVALUATION DE LA RESSOURCE

Tendances et état actuel du stock

Après avoir connu une hausse soutenue à long terme, les indices des **PUE** de la pêche commerciale (figure 3) se sont stabilisés et ont même diminué légèrement ces deux dernières années, tout en restant élevés. Tel qu'indiqué précédemment, ces indices ne reflètent probablement pas les tendances de l'abondance globale à court terme, en raison de changements dans la distribution spatiale de la ressource et de l'effort de pêche.

L'indice selon le relevé MPO-industrie (figures 3 et 4) a diminué en 2005, mais il ne restait pas moins au deuxième rang des plus élevés dans la série chronologique de 11 ans. Une bonne partie de la biomasse (45 %) reste concentrée dans la strate 14 (Misaine). La **biomasse du stock de reproducteurs** (femelles) a aussi diminué en 2005, mais elle restait elle aussi la deuxième en importance à ce jour.

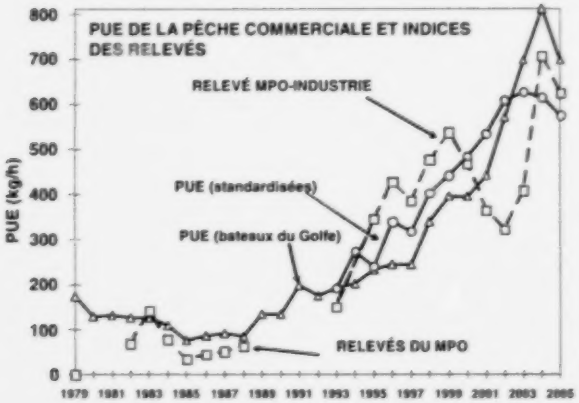


Figure 3. Indices de l'abondance selon les PUE commerciales et les relevés

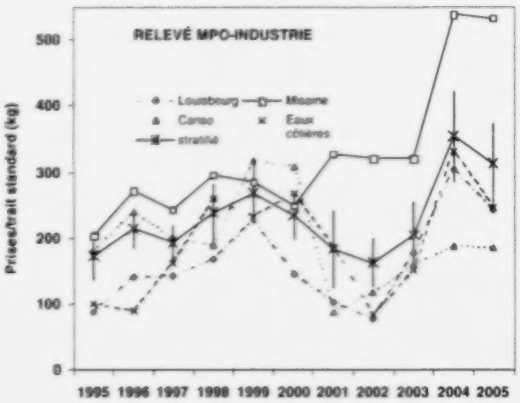


Figure 4. Indices de l'abondance par strate selon le relevé MPO-industrie

À la fin des années 1990, la pêche était alimentée par un fort groupe de classes d'âge (1993-1995), qui au début des années 2000 approchaient de la fin de leur cycle biologique. En raison de plus bas niveaux de recrutement au milieu des années 1990, la biomasse a diminué de 2000 à 2002. Un bon recrutement à la fin des années 1990 et au début des années 2000 à abouti à la forte biomasse observée en 2004 et 2005. L'**abondance des crevettes d'âge 4** en 2003 (crevettes de la classe d'âge de 2001 qui devraient commencer à être recrutées à la pêche comme femelles en 2006) atteignait un sommet record dans le relevé de 2005. Par conséquent, on s'attend à ce que la biomasse augmente avec la croissance des crevettes de cette classe d'âge. Toutefois, les taux de croissance ont été plus lents que la moyenne en raison de leur lien avec la densité. Certains des mâles d'âge 4, voire la totalité d'entre eux, pourraient retarder leur changement de sexe d'un an, phénomène souvent observé parmi les bonnes classes d'âge chez la crevette. L'**abondance des crevettes d'âge 2** (classe d'âge de 2003) était inférieure à la moyenne dans le relevé au chalut de 2005. Les prises du relevé au chalut et les prises au chalut avec sac ventral révèlent que les classes d'âge de 2002-2004 sont considérablement plus faibles que celle de 2001. Les estimations de la population selon la longueur découlant des relevés sont illustrées à la figure 2.

L'**exploitation totale** (8,1 %) et l'**exploitation des femelles** (12,0 %) ont légèrement augmenté en 2005, tout en restant inférieures à la moyenne à long terme. L'exploitation était répartie plus

uniformément sur toute la zone de stock par rapport à 2004, année où une bonne partie des prises provenait de la ZPC 13.

La diminution de la **taille** moyenne **lors du changement de sexe** (L_t) (figure 5) peut être associée à des reculs des taux de croissance et de la population, dus à une baisse de la fécondité (les petites crevettes produisent moins d'œufs). La taille lors du changement de sexe a présenté une légère tendance à la baisse au cours des années 1990, et une baisse importante ces deux dernières années, mais elle reste sensiblement supérieure à ce qu'elle était pendant la période de faible abondance des années 1980. La **taille maximale** (L_{max}) (figure 6) diminue en général parallèlement à L_t quand les taux de croissance baissent, mais cela n'a pas été le cas face à la diminution de L_t depuis 2003. Les estimations actuelles de L_t peuvent être biaisées à la baisse en raison du grand nombre de plus vieux mâles de la classe d'âge de 2001.

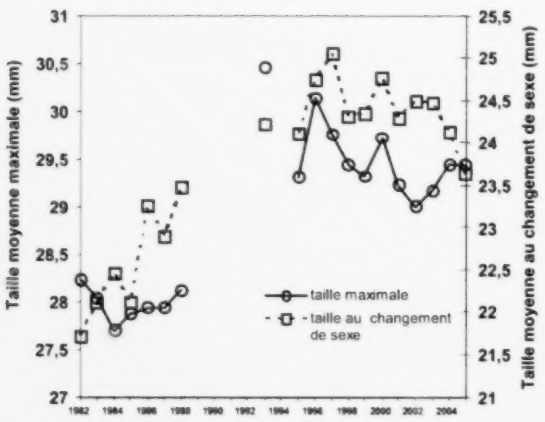


Figure 5. Changements dans la taille moyenne lors du changement de sexe et dans la taille maximale.

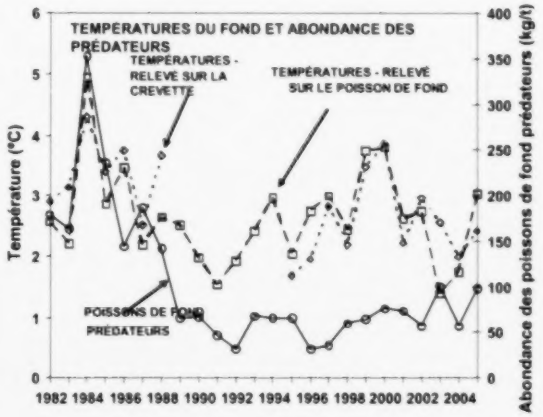

TEMPERATURES DU FOND ET ABONDANCE DES PRÉDATEURS
TEMPÉRATURES - RELEVÉ SUR LA CREVETTE
TEMPÉRATURES - RELEVÉ SUR LE POISSON DE FOND
POISSONS DE FOND PRÉDATEURS
Température (°C)
Abondance des poissons de fond prédateurs (kg/t)

Figure 6. Températures du fond et abondance des prédateurs sur les lieux de pêche de la crevette dans l'est du plateau néo-écossais.

Pour ce qui est des **considérations relatives à l'écosystème,** des études sur les habitudes alimentaires ont révélé que la crevette est une proie importante pour de nombreuses espèces de poisson de fond et qu'il existe des corrélations négatives significatives entre l'abondance de la crevette et celle des poissons de fond dans les eaux qui vont du golfe du Maine au Groenland. De nombreux stocks de poisson de fond restent actuellement peu abondants (figure 6) dans l'est du plateau néo-écossais, si bien que la **mortalité naturelle** par prédation est probablement inférieure à la moyenne à long terme.

Dans certains stocks de crevettes nordiques se trouvant près des limites sud de l'aire de distribution de l'espèce, l'abondance présente des corrélations négatives avec les températures de l'eau. Sur le plateau néo-écossais, la hausse de la population depuis la fin des années 1980 peut être associée à des **températures de l'eau** plus basses en surface et au fond. Un réchauffement du milieu à la fin des années 1990 a pu contribuer à une baisse du recrutement des crevettes. Les températures du fond se sont refroidies sur les lieux de pêche de la crevette depuis 2000, ce qui peut être associé à l'amélioration récente du recrutement (figure 6). L'abondance soutenue de la plupart des espèces d'eau froide indicatrices, comme la crevette, le capelan et le flétan noir, permet de croire que le changement de régime à l'origine de cette abondance se poursuit. Toutefois, le recrutement du crabe des neiges diminue depuis un certain nombre d'années. On ne peut expliquer pour le moment la réaction différente de cette

espèce. Les températures au fond et en surface étaient plus hautes en 2005, sans qu'on puisse toutefois dégager de tendance manifeste au réchauffement.

La figure 7 présente un résumé de 23 indicateurs de l'état du stock de crevette de l'est du plateau néo-écossais. Une couleur a été attribuée à chaque indicateur pour chaque année où on dispose de données à son sujet, selon sa valeur centile dans la série, p. ex. valeur centile >0,66 = vert ● ou bon, 0,66-0,33 = jaune ○ ou moyen et <0,33 = rouge ⊖ ou mauvais. À noter que ces limites, quoique les mêmes pour tous les indicateurs, ne conviennent peut-être pas à certains d'entre eux et nécessitent d'être améliorées. Les indicateurs ont été groupés en caractéristiques de stock, comme l'abondance, la production, les effets de la pêche et l'écosystème. Il faut signaler que le sommaire donné au haut du tableau représente une moyenne simple de tous les indicateurs, à pondération égale pour chacun.

Il y a eu relativement peu de changement dans le tableau des feux de circulation depuis l'an dernier et le sommaire continue d'être favorable (vert). Deux des quatre caractéristiques sont vertes et deux autres jaunes depuis deux ans, ce qui reflète une distribution équilibrée d'indicateurs favorables parmi les éléments examinés. La caractéristique Effets de la pêche est restée jaunes largement à cause du grand nombre de crevettes à la livre associé à la forte classe d'âge de 2001 et à une pêche accrue pendant la période ovigère en raison du plus grand TAC. La caractéristique Écosystème est restée jaune à cause d'une hausse des températures, malgré des améliorations chez les trois espèces indicatrices. Il n'y a pas d'indications nettes qui pourrait laisser croire à une évolution vers des conditions moins favorables à la crevette.

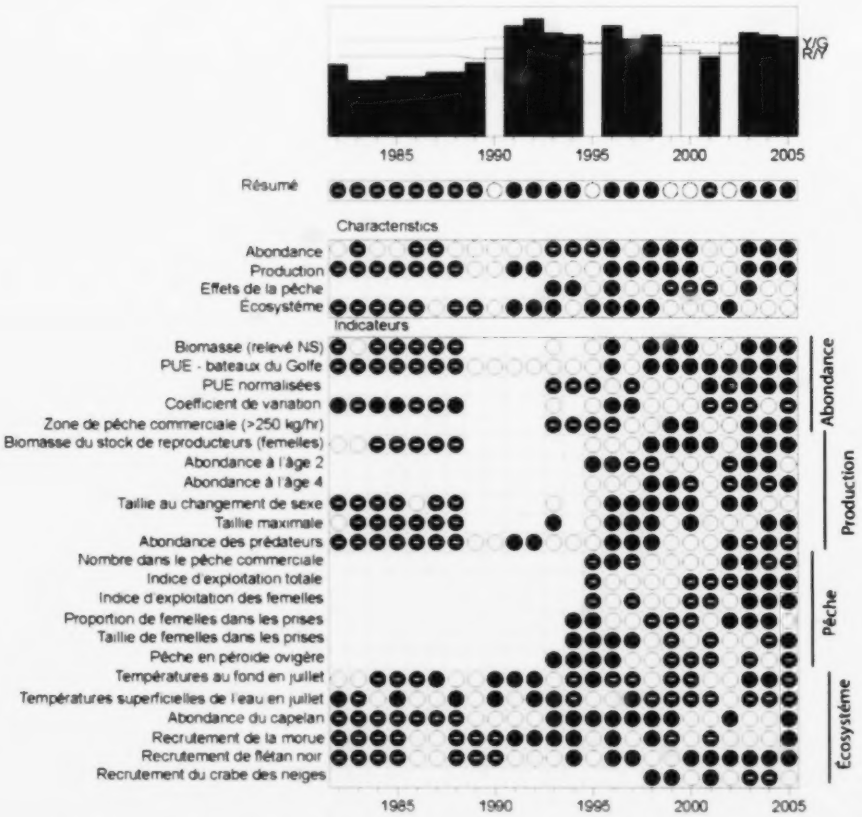


Figure 7. Analyse des feux de circulation. Le texte ne traite pas de la totalité des indicateurs figurant dans le tableau des feux de circulation. Prière de consulter le Document de recherche 2006/001 pour avoir de plus amples renseignements à ce sujet.

POINTS DE VUE ADDITIONNELS DES INTERVENANTS

L'industrie est d'accord en général avec les résultats de l'évaluation, présentés à plusieurs réunions, dont celle du PCR. Elle relève, en particulier, les problèmes associés aux petites crevettes, qui proviendraient de la classe d'âge de 2001 (figure 2), et aux bas prix.

CONCLUSIONS ET AVIS

Perspectives

Les hausses survenues depuis 2002 se sont traduites par des biomasses records ces deux dernières années. Normalement, les crevettes de la forte classe d'âge de 2001 devraient commencer à être recrutées à la pêche en tant que femelles en 2006, mais leur arrivée dans la pêche pourrait être retardée d'une année entière. Si tel est le cas, la biomasse du stock de reproducteurs diminuera en 2007, mais la biomasse totale devrait rester haute pendant plusieurs années, grâce à la croissance de cette classe d'âge. Les classes d'âge de 2002-2004 semblent actuellement inférieures à la moyenne, par conséquent la biomasse devrait diminuer une fois la classe d'âge de 2001 épuisée. Ce régime de recrutement fort suivi d'un recrutement faible a déjà été observé au sein de ce stock. La population stable uniformément répartie entre les classes d'âge au début de la pêche semble avoir laissé la place à un régime de recrutement cyclique, qui caractérise souvent les pêches de la crevette bien établies. C'est peut-être là une conséquence inévitable de l'exploitation - résultant en une population moins stable et plus susceptible d'effondrement - et de l'instabilité économique. Le maintien d'une approche de précaution, comportant notamment des évaluations annuelles et une stratégie de pêche axée sur la conservation, est de mise.

Les crevettes de la classe d'âge de 2001 auront probablement une taille inférieure à la moyenne dans la pêche de 2006 et elles n'atteindront pas leur taille maximale avant encore 2 ou 3 ans. Par conséquent, les difficultés à éviter les petites crevettes qu'ont connues les pêcheurs en 2005 devraient se poursuivre en 2006.

Une hausse notable du TAC a été accordée avant la pêche de 2005 pour que celle-ci tire parti de la biomasse accumulée et croissante, étant donné que les pêcheurs avaient pu éviter les petites crevettes des grandes classes d'âge par le passé. Toutefois, la projection de biomasse était surestimée et les pêcheurs n'ont pu éviter les petites crevettes. Ils n'ont capturé que 80 % du TAC de 2005. Cela n'est pas dû à une diminution de l'abondance ou des taux de prises, mais est attribué aux problèmes logistiques rencontrés par certains pêcheurs. La prolongation de la saison, qui avait été demandée, n'a pas été recommandée en raison de la biomasse inférieure aux projections et de la lente croissance de la classe d'âge de 2001. Étant donné que la biomasse devrait rester élevée avec la croissance de la classe d'âge de 2001, les niveaux de prises actuels devraient être viables pour les deux prochaines années. D'autres hausses du TAc ne sont pas conseillées pour le moment, en raison des incertitudes au sujet des taux de croissance et des effets connexes sur la biomasse. De plus, d'importantes prises de petites crevettes, commandant de faibles prix, pourraient être mal accueillies par l'industrie.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Sources d'incertitude

Les résultats du relevé sur la crevette réalisé par le MPO et l'industrie se caractérisent par de fortes variations. La justesse des estimations peut aussi être biaisée par les changements temporels dans la disponibilité de la ressource durant la période de relevé. Les analyses spatiales

révèlent que les taux de prises ne représentent pas toujours les tendances générales de l'abondance. Il y a beaucoup de subjectivité associée à l'attribution de classes modales au sein des classes d'âge dans les analyses MIX; par conséquent, les estimations de l'effectif des classes d'âge et de l'effectif de la population selon l'âge ainsi que les projections qui utilisent ces analyses doivent être interprétées avec prudence. Les taux de croissance peuvent diminuer radicalement à cause de leur lien avec la densité, comme cela semble se produire chez la forte classe d'âge de 2001. De ce fait, le recrutement à la pêche peut être plus tardif que prévu ou être étalé sur une plus longue période. Les incertitudes associées au taux de croissance et au changement de sexe dans cette classe d'âge empêchent de faire des projections quantitatives pour le moment. Des changements imprévus dans l'écosystème, par exemple concernant les prédateurs, et dans l'environnement, par exemple les températures, peuvent ensemble engendrer de grandes transformations, nécessitant des stratégies de gestion radicalement différentes.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Koeller, P. 2000. Relative Importance of Environmental and Ecological Factors to the Management of the Northern Shrimp (*Pandalus borealis*) Fishery on the Scotian Shelf. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 27: 21-33.

Koeller, P., M. Covey, and M. King. 2005. An Assessment of the Eastern Scotian Shelf Shrimp Stock and Fishery for 2004 and Outlook for 2005. MPO, Secr. can. cons. sci., Doc. rech. 2005/001.

Koeller, P., M. Covey, and M. King. 2003. Is Size at Sex Transition an Indicator of Growth or Abundance in Pandalid Shrimp? Fish. Res. 65: 217-230

Koeller, P., L. Savard, D. Parsons, and C. Fu. 2000. A Precautionary Approach to Assessment and Management of Shrimp Stocks in the Northwest Atlantic. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27:235-247.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

contactez : Peter Koeller
Institut océanographique de Bedford
Ministère des Pêches et des Océans
Direction des sciences, Division de l'écologie de la population
C. P. 1006, Dartmouth (N.-É.), Canada, B2Y 4A2

Tél. : (902) 426-5379
Télécopieur : (902) 426-1862
Courriel : koellerp@mar.dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Bureau du Processus consultatif régional
des provinces Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : (902) 426-7070
Télécopieur : (902) 426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la Reine du chef du Canada, 2005

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO, 2005. Crevette nordique de l'est du plateau néo-écossais (ZPC 13-15). MPO, Secr. can. cons. sci., Avis sci. 2005/060.